

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-180042

(43)Date of publication of application : 18.07.1995

(51)Int.Cl.

C23C 14/28
H01L 21/203
H01L 39/24

(21)Application number : 05-325580

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 24.12.1993

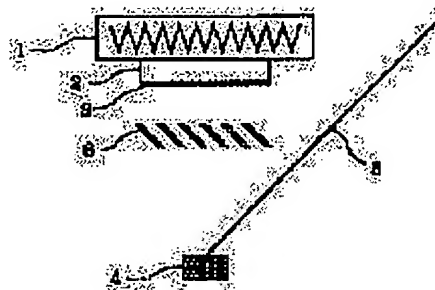
(72)Inventor : SATO TETSURO

(54) PRODUCTION OF THIN FILM BY LASER VAPOR DEPOSITION

(57)Abstract:

PURPOSE: To produce a smooth thin film by a simple method when a thin film is produced by laser beam vapor deposition.

CONSTITUTION: A filter 6 is interposed between a target 4 and a substrate 2. This filter 6 is composed of at least two platelike parts and the parts are arranged so that a gap is not left between the parts when the parts are projected on a plane parallel to the surface of the substrate 2. Thereby the objective smooth thin film having the very low fine particle density of the surface is produced at the time of producing a thin film by laser beam vapor deposition.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 12.08.1994

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 14.01.1997

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-180042

(43)公開日 平成7年(1995)7月18日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 2 3 C 14/28		9271-4K		
H 0 1 L 21/203		Z 8719-4M		
39/24	Z A A B			

審査請求 有 請求項の数3 OL (全 4 頁)

(21)出願番号 特願平5-325580

(22)出願日 平成5年(1993)12月24日

(71)出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72)発明者 佐藤 哲朗

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(74)代理人 弁理士 岩佐 義幸

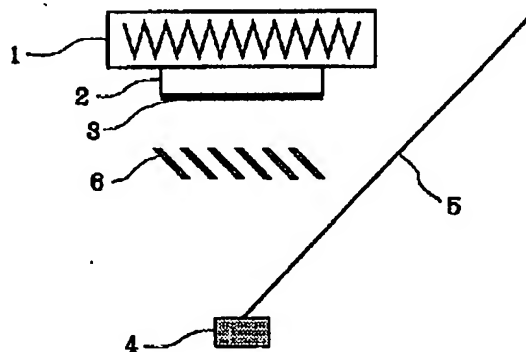
(54)【発明の名称】 レーザ蒸着法による薄膜の製造方法

(57)【要約】

【目的】 レーザ蒸着法による薄膜製造方法において、簡便な方法により平滑な薄膜を製造する方法を提供する。

【構成】 ターゲット4と基板2との間にフィルター6を設ける。このフィルターは少なくとも2枚の板状部品で構成されており、これらを基板表面と平行な平面に投影したとき各板状部品間に隙間がないことを特徴とする。

【効果】 レーザ蒸着法による薄膜製造方法において、表面の微粒子密度が極めて低い、平滑な薄膜を製造できる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】ターゲットにレーザ光を照射し、蒸発または気化したターゲット物質を基板に堆積させるレーザ蒸着法による薄膜の製造方法において、少なくとも2枚の板状部品で構成されており、かつ前記板状部品を前記基板の表面と平行な平面に投影したとき前記の各板状部品間に隙間がないようなフィルターを、前記ターゲットと前記基板との間に設けることを特徴とする薄膜の製造方法。

【請求項2】前記フィルターを構成する各板状部品間の10 間隔が、薄膜製造時の雰囲気ガス分圧下での平均自由行程以上の長さとなっていることを特徴とする請求項1記載の薄膜の製造方法。

【請求項3】前記板状部品は、基板表面と平行な平面から約45°の角度に設けられていることを特徴とする請求項1または2記載の薄膜の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、ターゲットにレーザ光を照射し、蒸発または気化したターゲット物質を基板に堆積させるレーザ蒸着法による薄膜の製造方法に関するものである。20

【0002】

【従来の技術】レーザ蒸着法はターゲットに高出力のパルスレーザ光を照射し、気化または蒸発させたターゲット物質の原子またはイオンを基板上に堆積させる薄膜製造方法である。

【0003】レーザ蒸着法では薄膜製造装置の外部で発生させた高出力のレーザ光を、鏡による反射、およびレンズによる集光を利用して薄膜製造装置内に導き、蒸発源であるターゲットを直接加熱する。このような加熱源が装置外にあるため不純物ガスの発生がなく、清浄な蒸発源加熱手段を持つ薄膜製造方法であるといえる。また同じ理由で、他の薄膜製造方法が適用できないような低い真空度での、あるいは高い雰囲気ガス分圧下での薄膜製造が可能である。30

【0004】レーザ蒸着法はパルスレーザ光の照射されたターゲットの表面近傍のごく限られた領域のみを瞬間的に加熱蒸発させる方法である。このため化合物薄膜の製造を目的として同じ化合物のターゲットを蒸発源として用いる場合、構成元素の蒸気圧の差を原因とするターゲット組成からの薄膜組成のずれは、他の蒸着法に比べ小さい。多元蒸着法ではこの問題は解決されるが、薄膜組成の制御のためには各蒸発源の加熱を精密に制御する必要がある。スパッタリング法では各元素のスパッタ率の差で組成ずれが起こる。これらの方法に比べ、レーザ蒸着法は簡便な方法でありながら組成制御性に優れており、化合物薄膜の製造に適しているといえる。40

【0005】またレーザ蒸着法では、蒸着物質はプラズマ状となってターゲットから基板へ移動する。このため50

基板付近には雰囲気ガスあるいは蒸着物質の原子のみではなくイオン等の活性種が多く存在している。これらの活性種の存在により薄膜特性の向上が期待できる。

【0006】このように多くの長所を持つレーザ蒸着法の応用されている分野のひとつとしては、高温超伝導薄膜の製造があげられる。液体窒素の沸点を超えるような高い臨界温度を持つY-Ba-Cu-OやBi-Sr-Ca-Cu-O系などの銅酸化物系高温超伝導体の発見以来、高温超伝導体の電子素子への応用をめざした研究が盛んに行われている。この応用のためには高温超伝導薄膜の製造が不可欠であり、このような多くの構成元素を含む化合物の薄膜製造に適している薄膜製造方法として、レーザ蒸着法が最適と考えられている。これまでも、高い超伝導特性を示すレーザ蒸着高温超伝導薄膜の研究結果が多数報告されている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】レーザ蒸着法で製造された薄膜の表面には、通常直径が0.1~10μmの球状または円盤状の微粒子が多数存在している。これはターゲット表面のレーザ照射部でターゲット物質が熔融し、その熔融物質が基板表面へ飛散し付着した結果であると考えられている。これらの微粒子の直径は多くの場合薄膜自身の厚さよりはるかに大きく、レーザ蒸着法で製造された薄膜を電子素子へ応用する際、無視できない問題となっている。

【0008】本発明の目的は、このような微粒子の密度が極めて低く、表面平滑性の高い薄膜をレーザ蒸着法によって製造するための簡便な方法を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明はターゲットにレーザ光を照射し、蒸発または気化したターゲット物質を基板に堆積させるレーザ蒸着法による薄膜の製造方法において、少なくとも2枚の板状部品で構成されており、かつ前記板状部品を前記基板の表面と平行な平面に投影したとき前記の各板状部品間に隙間がないようなフィルターを、前記ターゲットと前記基板との間に設けることを特徴とする。

【0010】また、フィルターを構成する各板状部品間の間隔が、薄膜製造時の雰囲気ガス分圧下での平均自由行程以上の長さとなっていることを特徴とする。

【0011】

【作用】レーザ光の照射によって発生する直径が0.1~10μmの粒子は、気体分子よりはるかに大きく重量も大きい。このため、これらの粒子は気体分子によっては散乱されず、ターゲットからほぼ直進する。このため基板表面と平行な平面に投影したとき各板状部品間に隙間がないような部品から構成されたフィルターをターゲットと基板との間に設置すれば、これらの大きい粒子はすべてがフィルターで捕らえられる。

【0012】一方、蒸着原子またはイオンは気体分子に近い大きさと重量を持つ。このため、蒸着粒子・イオンは気体分子によって散乱されるため必ずしも直進せず、それらのうち一部は前記のフィルターを通り抜け基板に到達することができる。蒸着粒子・イオンがフィルター部を通り抜ける確率を高くするためには、フィルターを構成する各板状部品間の間隔が、薄膜製造時の雰囲気ガス分圧下での平均自由行程以上の長さとなっていることが望ましい。

【0013】以上の理由で、本発明によって製造された薄膜表面には、ターゲットから飛散して付着する、直径が0.1~10 μ mの粒子は存在しない。

【0014】

【実施例】本発明の実施例を説明するにあたって、比較の意味で従来する方法を説明する。

【0015】図3は従来の方法による、レーザ蒸着法をもちいた薄膜製造方法の概略図である。ここでは一例として、代表的な高温超伝導物質であるYBa₂Cu₃O_xの薄膜を製造した例を示す。

【0016】YBa₂Cu₃O_x、薄膜製造時にはヒータ1により基板2を加熱する。基板2には、(001)SrTiO₃単結晶基板を用いた。基板2の大きさは15mm角で、厚さは0.5mmである。薄膜製造方法はパルスレーザ蒸着法である。レーザ光5はKrFのエキシマレーザで、レーザ波長は248nm、レーザ出力1000mJ、レーザ周波数は3Hzとした。ターゲット4にはYBa₂Cu₃O_x組成の焼結ターゲットを用いた。成長中の基板温度は700~800℃、雰囲気は酸素でその分圧は約200mTorrとした。製造した薄膜3は約200nmの膜厚を持ち、c軸配向薄膜となっており、またYBa₂Cu₃O_x以外の相はほとんど存在していなかった。また超伝導転移温度(Tc)は約89Kであった。

【0017】この従来の方法で製造した薄膜の表面平滑性を二次電子顕微鏡(SEM)および原子間力顕微鏡(AFM)を用いて評価した。表面上には大きなもので約3 μ m、小さなもので約100nmの球状の微粒子が高密度で存在していた。また表面上にはCuOまたはCu₂Oと考えられる析出物も存在していた。これらの析出物は球状をしていないので、問題としている微粒子とは明瞭に区別することができる。

【0018】図1は本発明による、レーザ蒸着法を用いた薄膜の製造方法の一実施例を示す概略図である。前述の条件と同じ条件でYBa₂Cu₃O_x薄膜を製造した。ただしこの場合には、図1にその断面を示したようなフィルター6を、ターゲットと基板との間に設けた。このフィルターは、長さ3cm、幅7mm、厚さ0.2mmのステンレス鋼製の板状部品6枚を、基板表面と平行な平面から約45°の角度で、しかも基板から見て隙間のないように枠に固定した構造となっている。この板

状部品の寸法は、蒸着物質のブルームが直接基板2へ到達しない程度の大きさであれば、必ずしもここに記した寸法でなくてもさしつかえない。また、基板表面と平行な平面と板状部品とのなす角度は、基板から見て各板状部品間に隙間がないこと、各板状部品間の間隔が薄膜製造時の雰囲気ガス分圧下での平均自由行程以上の長さとなっていることの条件を満たしていれば、必ずしも45°でなくてもさしつかえない。

【0019】この方法で製造した薄膜の表面平滑性を、二次電子顕微鏡(SEM)および原子間力顕微鏡(AFM)を用いて評価した。その結果、表面上には直径約100nmのCuOまたはCu₂Oと考えられる析出物が低密度で存在しているだけだった。これらの析出物はターゲットから飛散してくるのではなく薄膜上で生成するものなので、フィルターで取り除くことはできない。しかしターゲットから飛んでくる大きな微粒子はこのフィルターでほぼ完全に捕らえられるため、薄膜表面にはほとんど存在しない。その結果、極めて平滑性の高い薄膜が製造されていることが確認された。

【0020】また、YBa₂Cu₃O_xの代わりに常伝導体のPrBa₂Cu₃O_x、薄膜や絶縁体のLaAlO₃薄膜を、同様のフィルターを用いて製造したところ、いずれも微粒子の存在しない平滑性の高い薄膜を製造することができた。

【0021】図2は、本発明の他の実施例を示す概略図である。この実施例では、図2にその断面を示したようなフィルター7を、ターゲットと基板との間に設けた。このフィルターは、中央の山形のステンレス鋼製の板状部品と、その両側にステンレス鋼製の板状部品各3枚ずつとを、基板表面と平行な平面から約45°の互いに異なる角度で、しかも基板から見て隙間のないように枠に固定した構造となっている。このような構造を持つフィルターを用いた場合にも、同様の結果が得られた。

【0022】

【発明の効果】以上のように、本発明はレーザ蒸着法による薄膜の製造方法によれば、薄膜表面上の微粒子等の密度を低減させ、平滑な薄膜を簡便に製造する方法を実現することができた。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のレーザ蒸着法による薄膜製造方法の概略図である。

【図2】本発明のレーザ蒸着法による薄膜製造方法の概略図である。

【図3】従来のレーザ蒸着法による薄膜製造方法の概略図である。

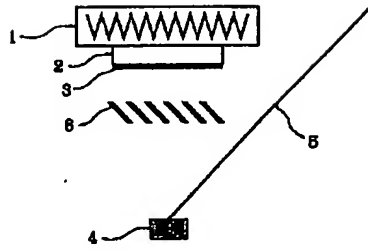
【符号の説明】

- 1 ヒータ
- 2 基板
- 3 薄膜
- 4 ターゲット

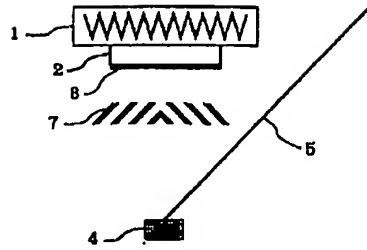
5 レーザ光

6, 7 フィルター

【図1】



【図2】



【図3】

